
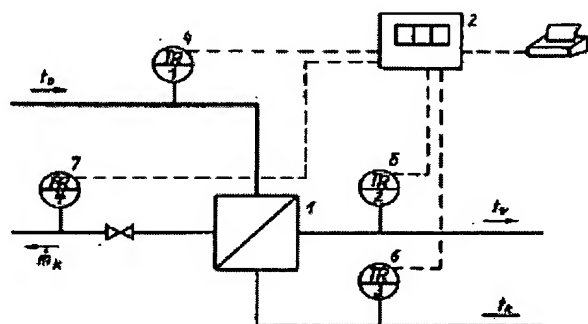


**Procedure to determine the state of clogging of heat conducting tubes**

**Patent number:** EP0470676  
**Publication date:** 1992-02-12  
**Inventor:** BODE WILLI (DE); EFFMERT JOHANNES (DE); SEIBT BURKHARD (DE); SPIELMANN SYLVIA (DE)  
**Applicant:** RICCIUS & STROSCHEN GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: G01K17/06; G01K17/10  
- european: G01K17/10  
**Application number:** EP19910250184 19910710  
**Priority number(s):** DD19900343349 19900809; DE19914115852 19910510

**Also published as:** EP0470676 (A)**Cited documents:** EP0155826**Abstract of EP0470676**

2.1. The technical object of the invention is to use the diagnosis of the operating condition of the heat exchangers to draw conclusions on the clogging, and to derive suitable measures therefrom for the operating regime. 2.2. According to the invention, the technical object is achieved when an energy characteristic is formed at different instants during signal processing, and the ratio formed from the actual state and the original value, which varies in the range  $0 \leq Ke(t)/Ke(0) \leq 1$ , is displayed as a measure of the degree of clogging of the heat exchanger. 2.3. The procedure according to the invention can be applied in steam/water or water/water heat exchangers in power, heating and process engineering.

**Fig. 1**

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 470 676 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91250184.8**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G01K 17/06**

(22) Anmeldetag: **10.07.91**

(30) Priorität: **09.08.90 DD 343349**  
**10.05.91 DE 4115852**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.02.92 Patentblatt 92/07**

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(71) Anmelder: **RICCIUS + STROSCHEN GmbH**  
**Regelungstechnik für Heizung, Klima,**  
**Lüftung, Ostpreussendamm 137/138**  
**W-1000 Berlin 45(DE)**

(72) Erfinder: **Bode, Willi**  
**Komturstrasse 14a**  
**O-8800 Zittau(DE)**  
Erfinder: **Effmert, Johannes**  
**Zahnaer Strasse 133**  
**O-4601 Wittenberg(DE)**  
Erfinder: **Selbt, Burkhard**  
**Neudeckerweg 125**  
**W-1000 Berlin 47(DE)**  
Erfinder: **Spielmann, Sylvia**  
**Marchlewskiring 53**  
**O-7560 Guben(DE)**

(54) Verfahren zur Diagnose des Verschmutzungszustandes von Wärmeübertragern.

(57) 2.1. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, anhand der Diagnose des Betriebszustandes der Wärmeübertrager Rückschlüsse auf die Verschmutzung zu ziehen und daraus geeignete Maßnahmen für das Betriebsregime abzuleiten.

2.2. Erfindungsgemäß wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, daß im Rahmen einer Signalverarbeitung eine energetische Kenngröße zu unterschiedlichen Zeitpunkten gebildet wird, und das aus Istzustand und Ausgangswert gebildete Verhältnis, welches sich im Bereich  $0 \leq K_e(t)/K_e(0) \leq 1$  bewegt, wird als Maß des Verschmutzungsgrades des Wärmeübertragers angezeigt.

2.3. Das erfindungsgemäße Verfahren ist anwendbar bei Wärmeübertragern Dampf/Wasser bzw. Wasser/Wasser in der Energie-, Heizungs- und Verfahrenstechnik.

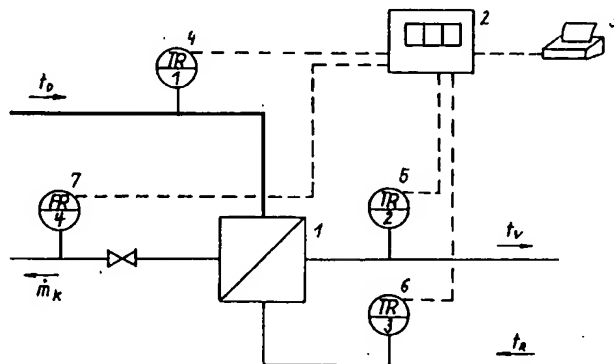


Fig. 1

EP 0 470 676 A2

Objekte, bei denen die Anwendung der Erfindung möglich und zweckmäßig ist, sind Wärmeübertrager Dampf/Wasser bzw. Wasser/Wasser in der Energie-, Heizungs- und Verfahrenstechnik. Das Verfahren ist auf andere Medien wie Luft, Kältemittel erweiterbar. Das Verfahren ist für stehende und liegende Wärmeübertrager einsetzbar.

Die derzeit vorhandene Meß- und Auswertetechnik in der Wärmeversorgung, orientiert sich hauptsächlich auf die Bestimmung solcher Größen wie Temperatur, Massedurchsatz, Wärmemenge oder z. B. die Grenzwertkontrolle von Temperaturen.

Bekannt ist, daß bei Wärmeübertragern auf Grund der zu erwartenden Verschmutzungsbedingten Verschlechterung des Wärmedurchgangs Mehrkosten durch Überdimensionierung bzw. Energieverluste durch Minderleistung der Wärmeaustauscher entstehen (H. Schnell, B. Slipcevic: Wärmeaustauscher: Rohrbündel-Wärmeaustauscher expert-Verlag, Ehningen bei Böblingen 1990, S. 54-74).

Nachteilig wirkt sich aus, daß wegen mangelnder Angaben zum Betriebszustand der Wärmeübertrager diese oft mit schlechtem Wärmedurchgangsverhalten arbeiten.

Minderleistungen versucht man z. B. bei Wärmeübertragern Dampf/Wasser im Teillastbereich durch Absenken des Kondensatstandes bzw. Anheben des Dampfdruckes auszugleichen. Die meßtechnische Erfassung des Wärmedurchgangsverhaltens bzw. des Verschmutzungszustandes von Wärmeübertragern ist nicht bekannt.

Genauere Aussagen zum Betriebszustand der Wärmeübertrager ermöglichen es, z. B. durch zyklische Reinigung ständig ein gutes Betriebsverhalten der Wärmeübertrager zu gewährleisten. Der Vorteil ist die wirtschaftliche Prozeßführung.

Das im Patent DD 241 122 A1 angeführte Verfahren zur energetischen Bewertung von Prozessen und Anlagen ist zu allgemein gefaßt und enthält kein spezielles Verfahren zur Diagnose von Wärmeübertragern.

Ziel der Erfindung ist es, die Wärmeübertrager auf Grund guter Wärmeübertragereigenschaften effektiv und wirtschaftlich zu betreiben.

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, anhand der Diagnose des Betriebszustandes der Wärmeübertrager Rückschlüsse auf die Verschmutzung zu ziehen und daraus geeignete Maßnahmen für das Betriebsregime abzuleiten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß mittels Messung der Ein- und Austrittstemperaturen der am Wärmetausch beteiligten Medien sowie des Heizmediendurchsatzes eine energetische Kenngröße  $Ke(0)$ , die den Wärmedurchgangskoeffizienten  $k$  [ $W/m^2K$ ] beinhaltet, zu einem Ausgangszeitpunkt gebildet und zu der zu einem späteren Zeitpunkt durch Messung der Ein- und Austrittstemperaturen der am Wärmetausch beteiligten Medien sowie des Heizmediendurchsatzes gebildeten Istgröße der energetischen Kenngröße  $Ke(t)$  ins Verhältnis gesetzt wird, wobei dieses Verhältnis im Bereich  $0 \leq Ke(t)/Ke(0) \leq 1$  angezeigt wird.

Das so gewonnene Verhältnis wird verwendet zur Klassifizierung des Verschmutzungszustandes.

Das Verfahren zur Diagnose von Wärmeübertragern unterliegt keinen Beschränkungen bezüglich des Temperaturbereiches bzw. der Höhe des Massedurchsatzes des zu untersuchenden Wärmeübertragers.

Bei konstanten Wasserdurchsätzen ist diese Kenngröße im wesentlichen nur von der Größe der Verschmutzung abhängig. Ein differentieller Zuwachs der Verschmutzung bewirkt eine differentielle Verschlechterung des Wärmedurchgangskoeffizienten und beeinflusst direkt das vom Verfahren gebildete Verhältnis. Der Ausgangswert der Kenngröße  $Ke(0)$  für einen neuen Wärmeübertrager wird nach Erfassung der Meßgrößen unter den konkreten Betriebsbedingungen bei Einhaltung eines konstanten Massedurchsatzes ermittelt und gespeichert. Das aus Istwert und Ausgangswert gebildete Verhältnis, welches sich im Bereich  $0 \leq Ke(t)/Ke(0) \leq 1$  bewegt, informiert über den aktuellen Verschmutzungszustand.

Werte um 0,6 geben eine leichte, um 0,5 eine mittlere und um 0,3 eine starke Verschmutzung an.

Bei sich schon im Betrieb befindlichen Wärmeübertragern gelten modifizierte Werte.

Das Verfahren gestattet z. B. in Verbindung mit einem Drucker die Darstellung der Trendentwicklung. Werden bestimmte Verschmutzungsgrade erreicht, ist eine Reinigung vorzunehmen. Bei Einsatz eines Fettamins auf der Dampfseite eines Kondensators tritt anstelle der Filmkondensation Mischkondensation, gekennzeichnet durch einen hohen Anteil von Tropfenkondensation mit wesentlich vergrößertem Wärmeübergangskoeffizienten, auf. Das Verfahren gestattet eine Beobachtung des verbesserten Wärmedurchgangs. Ist eine mit diesem Fettamin behandelte Heizfläche für den Kondensatorbetrieb im Einsatz, kann durch das Verfahren der Zeitpunkt der Erneuerung dieser Fettaminschicht leicht erkannt werden.

## 55 Ausführungsbeispiel

Eine Ausführungsform wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt Fig. 1 die Anwendung des Verfahrens bei einem Wärmeübertrager Dampf/Wasser (1). Die energetische

KenngroÙe  $Ke$  wird aus den gemessenen Werten Kondensatmassenstrom ( $\dot{m}_K$ ), Dampftemperatur ( $t_D$ ) sowie Vor- und Rùcklauftemperatur ( $t_V$ ,  $t_R$ ) z. B. mittels MeÙgerät (2) wie folgt ermittelt:

$$Ke(0) = \frac{\dot{m}_{K0} \cdot r}{t_{V0} - t_{R0}} \cdot \ln \frac{t_{D0} - t_{R0}}{t_{D0} - t_{V0}}$$

Der Index 0 kennzeichnet den Ausgangszustand.

$$Ke(t) = \frac{\dot{m}_K \cdot r}{t_V - t_R} \cdot \ln \frac{t_D - t_R}{t_D - t_V}$$

Der Index t charakterisiert den aktuellen Zustand.  
Die Verdampfungswärme ( $r$ ) geht als konstante GröÙe ein. Das Verhàltnis der energetischen KenngroÙe bildet sich aus:

$$0 \leq \frac{Ke(t)}{Ke(0)} \leq 1$$

Der Verhàltniswert gibt Auskunft über den Verschmutzungsgrad. Z. R. mittels eines Druckers (3) làÙt sich über einen làngeren Zeitraum der Verschmutzungstrend verfolgen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose des Verschmutzungszustandes von Wàrmeübertragern, **gekennzeichnet dadurch**, daÙ zu einem Ausgangszeitpunkt die Ein- und Austrittstemperaturen der am Wàrmetausch beteiligten Medien sowie der Heizmediendurchsatz gemessen und zu einer energetischen KenngroÙe  $Ke(0)$ , die den Wàrmedurchgangskoeffizienten  $k$  [ $W/m^2K$ ] beinhaltet, verarbeitet werden und zu einem spàteren Zeitpunkt (Istzustand) die Ein- und Austrittstemperaturen der am Wàrmetausch beteiligten Medien und der Heizmediendurchsatz erneut gemessen und zu einer energetischen KenngroÙe  $Ke(t)$ , die den Wàrmedurchgangskoeffizienten  $k$  [ $W/m^2K$ ] beinhaltet, verarbeitet werden und das aus Ist- und Ausgangszustand der energetischen KenngroÙen gebildete Verhàltnis im Bereich  $0 \leq Ke(t)/Ke(0) \leq 1$  angezeigt wird und somit ein MaÙ für die Verschmutzung ist.

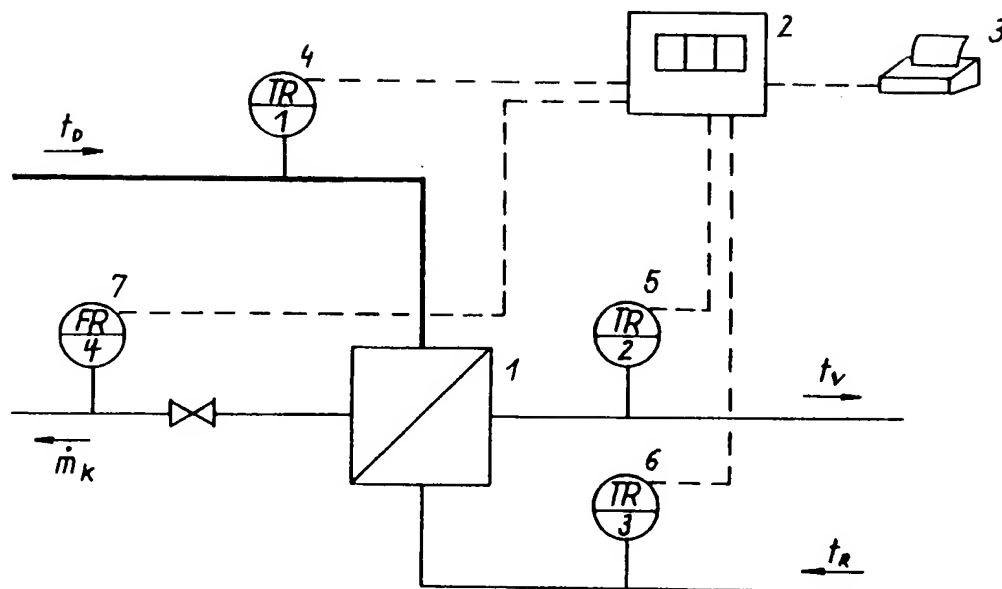


Fig. 1

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 470 676 A3**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91250184.8**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **G01K 17/10, G01K 17/06**

(22) Anmeldetag: **10.07.91**

(30) Priorität: **09.08.90 DD 343349**  
**10.05.91 DE 4115852**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.02.92 Patentblatt 92/07**

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

(88) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten  
Recherchenberichts: **16.09.92 Patentblatt 92/38**

(71) Anmelder: **RICCIUS + STROSCHE GmbH**  
**Regelungstechnik für Heizung, Klima,**  
**Lüftung, Ostpreussendamm 137/138**  
**W-1000 Berlin 45(DE)**

(72) Erfinder: **Bode, Willi**  
**Komturstrasse 14a**  
**O-8800 Zittau(DE)**  
Erfinder: **Effmert, Johannes**  
**Zahnaer Strasse 133**  
**O-4601 Wittenberg(DE)**  
Erfinder: **Seibt, Burkhard**  
**Neudeckerweg 125**  
**W-1000 Berlin 47(DE)**  
Erfinder: **Spielmann, Sylvia**  
**Marchlewskiring 53**  
**O-7560 Guben(DE)**

(54) Verfahren zur Diagnose des Verschmutzungszustandes von Wärmeübertragern.

(57) 2.1. Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, anhand der Diagnose des Betriebszustandes der Wärmeübertrager Rückschlüsse auf die Verschmutzung zu ziehen und daraus geeignete Maßnahmen für das Betriebsregime abzuleiten.

2.2. Erfindungsgemäß wird die technische Aufgabe dadurch gelöst, daß im Rahmen einer Signalverarbeitung eine energetische Kenngröße zu unterschiedlichen Zeitpunkten gebildet wird, und das aus Istzustand und Ausgangswert gebildete Verhältnis, welches sich im Bereich  $0 \leq Ke(t)/Ke(0) \leq 1$  bewegt, wird als Maß des Verschmutzungsgrades des Wärmeübertragers angezeigt.

2.3. Das erfindungsgemäße Verfahren ist anwendbar bei Wärmeübertragern Dampf/Wasser bzw. Wasser/Wasser in der Energie-, Heizungs- und Verfahrenstechnik.

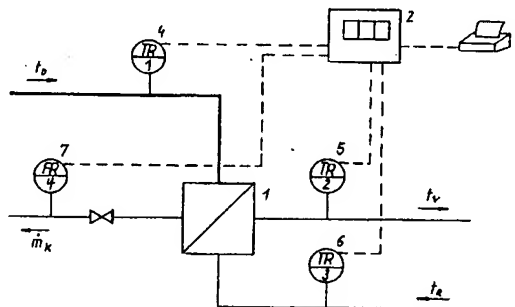


Fig. 1

EP 0 470 676 A3



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 25 0184

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	EP-A-0 155 826 (THE BABCOCK & WILCOX COMPANY) * Seite 11, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 32; Abbildungen * * das ganze Dokument *  -----	1	G01K17/10 G01K17/06
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			G01K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemert DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14 JULI 1992	Prüfer PANDOLFI C.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b>			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	